

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Korean Patent 2003-0023344

Date of Application: 14 April 2003

Applicant(s): MK ELECTRON CO. LTD.

12 June 2003

COMMISSIONER

[Bibliography]

[Document Name]	Patent Application
[Classification]	Patent
[Receiver]	Commissioner
[Reference No.]	0006
[Filing Date]	14 April 2003
[IPC]	H01L
[Title]	Au alloy bonding wire for semiconductor device
[Applicant]	
[Name]	MK ELECTRON CO., LTD.
[Applicant code]	1-2000-001821-1
[Attorney]	
[Name]	Youngpil Lee
[Attorney code]	9-1998-000334-6
[General Power of Attorney Registration No.]	2002-034293-9
[Attorney]	
[Name]	Haeyoung Lee
[Attorney code]	9-1999-000227-4
[General Power of Attorney Registration No.]	2002-034294-6
[Inventor]	
[Name]	CHO, Jông Soo
[Resident Registration No.]	730526-1037311
[Zip Code]	137-072
[Address]	Rm. 302, 1360-23 Seocho2-dong, Seocho-gu, Seoul Rep. of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Inventor]	
[Name]	PARK, Yong Jin
[Resident Registration No.]	681215-1056944
[Zip Code]	442-762
[Address]	306-402 Seonkyung3-danji, Ingye-dong, Paldal-gu, Suwon-city Kyungki-do, Rep. of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Inventor]	
[Name]	HONG, Sung Jac

[Resident Registration No.]	720309-1006013
[Zip Code]	130-769
[Address]	103-1603 SK Apt., Jeonnong3-dong, Dongdaemoon-gu, Seoul Rep. of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Request for Examination]	Requested
[Purpose]	We file as above according to Art. 42 of the Patent Law, request the examination as above according to Art. 60 of the Patent Law. Attorney Youngpil Lee Attorney Haeyoung Lee
[Fee]	
[Basic page]	19 Sheet(s) 29,000 won
[Additional page]	0 Sheet(S) 0 won
[Priority claiming fee]	0 Case(S) 0 won
[Examination fee]	9 Claim(s) 397,000 won
[Total]	426,000 won
[Reason for Reduction]	Small Business
[Fee after Reduction]	213,000 won
[Enclosures]	
1. Abstract and Specification (and Drawings)	1 copy
2. Document certifying Small Business	1 copy



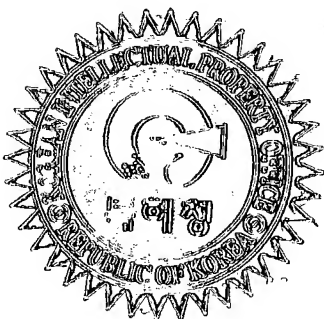
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0023344
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 14일
Date of Application APR 14, 2003

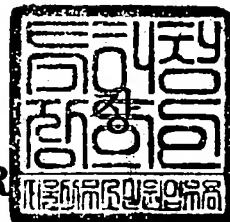
출원인 : 엠케이전자 주식회사
Applicant(s) MK ELECTRON CO., LTD.



2003 년 06 월 12 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2003.04.14
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	반도체 소자 본딩용 금 합금세선
【발명의 영문명칭】	Au alloy bonding wire for semiconductor device
【출원인】	
【명칭】	엠케이전자 주식회사
【출원인코드】	1-2000-001821-1
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2002-034293-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2002-034294-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조종수
【성명의 영문표기】	CHO, Jong Soo
【주민등록번호】	730526-1037311
【우편번호】	137-072
【주소】	서울특별시 서초구 서초2동 1360-23번지 302호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박용진
【성명의 영문표기】	PARK, Yong Jin
【주민등록번호】	681215-1056944

【우편번호】 442-762
【주소】 경기도 수원시 팔달구 인계동 선경3단지 306동 402호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 홍성재
【성명의 영문표기】 HONG, Sung Jae
【주민등록번호】 720309-1006013
【우편번호】 130-769
【주소】 서울특별시 동대문구 전농3동 SK아파트 103동 1603호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 19 면 29,000 원
【가산출원료】 0 면 0 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 9 항 397,000 원
【합계】 426,000 원
【감면사유】 중소기업
【감면후 수수료】 213,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 중소기업기본법시행령 제2조에 의한 중소기업에 해당함을 증명하는 서류_1통

【요약서】**【요약】**

반도체 소자 본딩용 금 합금세선을 개시한다. 본 발명에 따른 본딩용 금 합금세선은 순도 99.999% 이상의 순금(Au)에, 폴로늄(Po), 프로메튬(Pm), 툴륨(Tm), 붕소(B) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유하고, 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 테크네튬(Tc) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유한다. 이러한 본딩용 금 합금세선은 불 본딩 후의 고온 신뢰성 저하 문제가 없고, 초저루프(ultra low loop)에서 불 네크(neck) 부위의 손상을 방지할 수 있다.

【대표도】

도 2

【명세서】

【발명의 명칭】

반도체 소자 본딩용 금 합금세선{Au alloy bonding wire for semiconductor device}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 본딩용 금 합금세선을 사용한 경우의 루프 형상을 도시한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 본딩용 금 합금세선을 사용한 경우의 루프 형상을 도시한다.

도 3은 종래의 금 합금세선을 사용한 경우의 볼 네크 부위의 손상이 발생한 것을 보여주는 SEM(주사전자현미경) 사진이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 금 합금세선을 사용한 경우의 양호한 볼 네크 부위를 보여주는 SEM 사진이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 금 합금세선을 사용하여 초저루프를 형성한 상태를 보여주는 SEM 사진이다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

20 : 본드 패드, 40 : 리드 프레임, 130 : 본딩용 금 합금세선,

132 : 볼(ball), 134 : 네크.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <9> 본 발명은 반도체 소자의 패키징시 반도체 칩과 리드 프레임 또는 인쇄회로기판(PCB)을 전기적으로 연결하는 본딩용 금 합금세선에 관한 것으로, 특히 고집적 반도체 소자의 패키징에 적합한 본딩용 금 합금세선에 관한 것이다.
- <10> 반도체 소자가 고밀도화, 경박단소화되어 감에 따라 집적 회로(IC) 칩의 배선 간격도 좁아지고 있으며, 이와 더불어 본드 패드의 다핀화, 핀간 간격의 협소화 추세에 있다. 이러한 추세에 맞춰 본딩시 요구되는 성능으로는, 루프 형상 개선, 본딩용 금 합금세선의 인장강도 향상, 본딩 후의 진동 저항성 향상, 금 합금세선과 본드패드/리드 프레임간의 접합강도(bond pull strength/ball shear strength) 향상, 칩 크랙(chip crack) 방지 등이 있다.
- <11> 뿐만 아니라, 최근 반도체 소자 기술이 급발전하면서 초고집적 및 다층 칩 패키징 기술이 발전하게 되었고, 반도체 선폭 및 패드간 간격이 극도로 좁아지고 있다. 따라서, 반도체 패키징시 금 합금세선의 초극세선화도 요구되고 있다.
- <12> 이러한 요구와 더불어, 최근 새로운 문제점 또한 야기되고 있는데, 첫째는 볼 본딩 후의 고온 신뢰성이 저하되는 문제이고, 둘째는 초저루프(ultra low loop)에서 볼 넥(neck) 부위가 손상(damage)되는 문제이다.
- <13> 첨부된 도 1을 참조하면, 일반적인 반도체 패키지는, 패드(50) 위에 반도체 칩(10)과 각종 신호의 입/출력을 위하여 단자역할을 하도록 반도체 칩(10) 위에 형성되는 다수

의 본드 패드(20)와, 반도체 칩(10)에 전기적으로 연결되어 각종 신호를 외부회로에 입/출력하는 다수의 리드 프레임(40)과, 본드 패드(20)와 리드 프레임(40) 사이를 전기적으로 연결하는 본딩용 금 합금세션(30)으로 구성된다. 이러한 구조물은 에폭시 몰딩 합성물(epoxy molding compound) 등의 수지로 봉합되어 보호되는 구조로 제조된다.

<14> 금 합금세션(30)에서 본드 패드(20) 위에 접착된 일단은 압착볼(32), 및 압착볼(32)과 금 합금세션(30)의 연결 부위인 네크(34)로 되어 있다. 본딩 공정에서는, 금 합금세션(30)의 일단부를 방전에 의해 용융시켜 소정 크기의 프리 에어 볼(free air ball)을 형성한 다음 이를 본드 패드(20) 위에 압착시킴으로써, 금 합금세션(30)의 일단과 본드 패드(20)를 접합시킨다. 이어서 해당되는 리드 프레임(40)의 위치까지 금 합금세션(30)으로 적절한 높이와 길이의 루프를 형성한 후, 그 타단에 압력을 인가하여 상기 해당되는 리드 프레임(40)에 압착시키면 전기적으로 도통 상태가 된다.

<15> 그런데, 종래의 금 합금세션(30)으로 본딩하는 경우, 루프 형성시 네크(34) 부위가 끊어지거나 패이는 등 손상(35)되는 경우가 많이 있다. 특히 반도체 소자의 집적도 증가에 따라 루프가 낮아지면서 네크(34) 부위의 손상(35)은 더욱 증가하는 추세이다. 이에 따라 루프에 의한 신호 전송 경로가 단선(open)되는 문제가 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는, 볼 본딩 후의 고온 신뢰성 저하 문제가 없고, 초저루프에서 볼 네크 부위의 손상을 방지할 수 있는, 반도체 소자 본딩용 금 합금세션을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <17> 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 본딩용 금 합금세선은, 순도 99.999% 이상의 초고순도 순금(Au)에, 폴로늄(Po), 프로메튬(Pm), 툴륨(Tm), 붕소(B) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유하고, 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 테크네튬(Tc) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유하는 것이다.
- <18> 본 발명의 본딩용 금 합금세선은, 100 - 1000 중량ppm의 팔라듐(Pd)을 더 함유하는 것이 바람직하며, 이 때 30 - 80 중량ppm의 칼슘(Ca)을 더 함유하면 양호한 결과를 가져온다. 20 - 80 중량ppm의 란탄(La)을 더 함유하는 경우에는 더 양호한 결과를 가져올 수 있다. 이 때, 본딩용 금 합금세선의 직경은 10 - 50 μ m로 만들 수 있어 극세선화에 적합하다.
- <19> 본 발명의 본딩용 금 합금세선은, 30 - 80 중량ppm의 Ca를 더 함유하는 것이 바람직하며, 20 - 80 중량ppm의 La를 더 함유하는 것이 더 바람직하다.
- <20> 본 명세서에 있어서, 중량ppm은 본딩용 금 합금세선의 총중량에 대한 중량ppm임을 밝혀둔다.
- <21> 본 발명에 따른 본딩용 금-은 합금 와이어는 주재료로써 불순물이 적은 고순도 금을 사용한다. 본 발명의 실시예에 따른 본딩용 금 합금세선에서, 원재료 금으로는 적어도 99.999% 이상으로 정제된 고순도 순금을 사용한다. 금은 전기적 저항이 적어, 전자회로의 신호 전달용으로 가장 좋은 도체이고, 또한 연성과 전성이 우수하여 길게 늘리거나 넓게 펼칠 수 있는 우수한 특성이 있다. 반면, 금은 주변 온도의 변화에 민감하여

고온에서 늘어나는 경향이 있고 기계적인 강도가 약하므로, 본딩용 금 합금세션으로 제작하여 반도체 패키지에 배선하였을 경우, 배선이 형성된 루프가 처지는 현상 또는 루프의 풀림 현상 등이 발생할 수 있다. 따라서, 금의 우수한 전기전도성 상태를 유지하는 범위에서 본딩용 금 합금세션으로서의 우수한 특성을 나타내기 위해, 다른 원소들을 중량ppm 단위로 합금화 및 도핑(doping)하여 사용한다. 원재료인 금의 순도가 99.999% 미만이면 첨가 원소의 첨가량이 제한되고 불순물의 영향을 받아서 첨가 원소의 첨가 효과가 사라지게 된다. 99.999% 이상의 고순도 금은, 불순물을 제거하여 순도를 높이도록 전기화학적 정제방법 및 국부적 용해 정제 방법의 2단계 정제를 거침으로써 얻을 수 있다.

<22> 본 발명의 실시예에 따른 본딩용 금 합금세션은 고순도 순금에 Po, Pm, Tm, B 중에서 적어도 한가지 이상을 선택하여 소정량을 함유시키고, Mg, Na, V, Mo, Tc 중에 적어도 한가지 이상을 함유시켜 제조할 수 있다.

<23> Po, Pm, Tm, B 중에서 적어도 한가지 이상을 선택하여 소정량 함유시, 3 중량ppm 이하에서는 불 본딩 후의 고온 신뢰성 향상 효과가 미미하며, 30 중량ppm 이상 첨가시에는 오히려 프리 에어 불을 경화시켜 접합성을 저하시킨다. 따라서, 합금조성에서 Po, Pm, Tm, B 중에서 적어도 한가지 이상을 첨가할 때의 함유량은 3 - 30 중량ppm으로 하는 것이 바람직하다.

<24> Mg, Na, V, Mo, Tc 중에서 적어도 한가지 이상을 선택하여 소정량 함유시, 3 중량ppm 이하에서는 불 네크 부위가 깨지거나 손상되는 등 그 방지 효과가 미미하다. 그리고, 30 중량ppm 이상 첨가시에는 오히려 프리 에어 불에 과도한 응고수축

공을 유발하여 본딩시 접합성 저하 및 고온 신뢰성을 저하시킬 우려가 있다. 이 때문에 위에서 기술한 합금조성에서 Mg, Na, V, Mo, Tc 중에서 적어도 한가지 이상의 첨가시의 함유량을 3 - 30 중량ppm으로 하는 것이 바람직하다.

<25> 또한, Pd, Ca, La 등을 더 함유시킬 수도 있는데, 이들은 Po, Pm, Tm, B와 함께 합금 첨가시, 원소들의 동반 상승 효과로 인하여 고온 신뢰성 향상에 보다 나은 효과를 나타낸다.

<26> 도 1과 같은 본드 패드(20)는 보통 알루미늄(Al) 재질로 되어 있다. 이에 따라, 본딩용 금 합금세선을 접착하는 경우, 금 합금세선의 금이 본드 패드 쪽으로 확산하여 네크 부위에 보이드를 형성하기 쉽다. Pd는 와이어 본딩 후, 금이 풍부한(Au-rich) 영역(즉, 본딩용 금 합금세선 영역)과 알루미늄이 풍부한(Al-rich) 영역(즉, 본드 패드 영역) 사이의 계면에, 금 원자의 확산을 방해하는 막을 형성한다. 금 원자는 확산이 저지되므로 금속간화합물(intermetallic compound) 형성 및 커켄달 보이드(Kirkendall void) 형성이 억제된다. 따라서, 열적 신뢰성 저하를 방지한다.

<27> 또한, Pd는 내산화성이 우수하기 때문에 상온에서의 인장 강도를 향상시키고, 반도체 조립 공정에 수반되는 다수의 열처리 공정에 견디는 고온 인성을 향상시킨다. 뿐만 아니라, 불 본딩시 접합 신뢰성을 증가시킨다.

<28> 다양한 실험 결과, Pd를 100 중량ppm 이하 함유시키면 불 본딩 후의 고온 신뢰성 효과가 미미하였으며, 1000 중량ppm 이상 첨가시는 전기적 성질(전기저항)을 저하시킨다. 따라서, 바람직한 함유량은 100 - 1000 중량ppm이다.

- <29> Ca는 상온 및 고온 인장강도를 상승시키는 역할을 하며, 루프가 형성된 후의 처짐 또는 쏠림과 같은 루프 형상의 굴곡 또는 변형을 억제하는 작용을 한다. 초저루프 형성 시, 볼 네크 부위의 항복 강도를 상승시켜 인성을 증가시키므로 볼 네크 부위의 손상을 감소하거나 제거하는 데에 더욱 효과가 있다. 특히 본당용 금 합금세선의 직경이 작아도 볼 네크의 취성 파단을 억제할 수 있다.
- <30> Ca은 30 중량ppm 이하 첨가시는 볼 본딩 후의 고온 신뢰성 효과가 미미하며, 80 중량ppm 이상 첨가시는 프리 에어 볼에 과도한 응고수축공을 유발할 수 있다. 따라서, 바람직한 함유량은 30 - 80 중량ppm이다.
- <31> La의 경우도 Ca의 경우와 흡사하여, 20 중량ppm 이하 첨가시는 고온 신뢰성 효과가 미미하며, 80 중량ppm 이상 첨가시는 프리 에어 볼에 과도한 응고수축공을 유발하여, 본당시 접합성 저하 및 고온 신뢰성을 저하시킨다. 따라서, 바람직한 함유량은 20 - 80 중량ppm이다.
- <32> 도 2는 본 발명에 따른 본당용 금 합금세선(130)을 사용하여 와이어 본딩한 경우를 도시한다. 본당용 금 합금세선(130)은 패드(50) 위에 실장된 반도체 칩(10)의 다수의 본드 패드(20)와 다수의 리드 프레임(40) 사이를 전기적으로 연결한다. 본드 패드(20)에 접촉된 본당용 금 합금세선(130)은 압착볼(132) 및 이것과 본당용 금 합금세선(130)의 연결 부위인 네크(134)로 되어 있다. 본 발명에 따르면 네크(134) 부위가 끊어지는 등의 손상없이 루프를 형성할 수 있다. 또한, 루프가 처지거나 또는 쏠리는 일 없이 루프의 형상이 양호하게 유지된다.
- <33> 이하 실시예들로서 상기와 같은 첨가원소의 첨가량을 변화시키면서 혼합한 본당용 금 합금세선에 대해 실험한 결과를 구체적으로 설명한다. 그러나 하기의 실시예들은 본

발명을 보다 용이하게 이해할 수 있도록 제공하는 것일 뿐, 본 발명이 하기의 실시예들에 한정되는 것은 아니다.

<34> 우선 순도 99.999% 이상으로 정제된 금에 상기의 합금 재료인 첨가원소를 하기 표 1과 같이 혼합하여 용해한 후, 연속주조(continuous casting)하여 골드 로드(gold rod)를 제조하였다. 그 후, 인발 가공(drawing process)을 통해 골드 로드의 단면적을 감소시키면서 목적하는 직경의 와이어로 가공하였다. 와이어의 직경은 $20\mu\text{m}$ 이었다. 이후, 어닐링(annealing)하여 와이어 내부의 응력장과 와이어 컬(curl)을 제거하였다.

<35>

【표 1】

구분	B	Po	Pm	Tm	Na	Mg	Tc	Mo	V	Pd	Ca	La	Mn	In	Ag	Be	Cu
실험 예	1	10															
	2		3		5	10	10		10	10							
	3	3				10	10	10									
	4		10	10	3				10	10							
	5		30	10	10	10	10	10	50	50							
	6	3	10	7	10	10	10	10									
	7		50	50	50				10	10							
	8		80	50	50	10	10	10									
	9	3	50	30	50	50	50	10	10								
	10	10		10	10		10	10		10	100		20				
	11	15	3	10	50	10	3		10	50		30	100				
	12	10		10	50	20		10			100	80					
	13	10	3	5			10	3	10	10		100	10				
	14	5	10	3		10	3		50		100	10	20				
	15	10	10	10		30		10		10	500	30	80				
	16	10	3		10		5	10	10		100	30	100				
	17	5	10	3	10	10	5			10	1000	80					
	18	10	10		10	10		10		10		10	20				
	19	30		50	10		3	10		30	50		80				
	20	3			10	10		50	10		1000	30					
	21	100		50	10	50	10		50	10		100	20				
	22	50	10		3		100	10	10	50	5000	80	50				
	23	20	5		3	10		5	5	10		10	80				
	24	10	10		3	10	10			10	100	30					
	25	30	3	10			50	10	50	10	50	30	10				
	26	10	3	10		10				10	100	80	20				
	27	10	3	10		5	10		10		1000		80				
	28	3		3		5	10	5		3	500	40	50				
	29	5			10		20		3		100	50	30				
	30		5		10		10		10	3	500	50	20				
비교 예	31										800			400		1000	20
	32										800	20		400	60		
	33											25	2				7000
	34										3000				10	20	10000
	35						1					5				20	

<36> 본 발명에 따른 조성으로 금 합금세선을 제조하면 그 직경이 10 - 50 μ m이 되게 극세선화할 수 있다. 본 실험에서는 상기와 같은 조성비로 직경 20 μ m이 되게 제조한 본딩용 금 합금세선을 이용하여 실험함으로써 하기 표 2와 같은 결과를 확인하였다. 하기

표 2에서 본딩용 금 합금세선의 저항, 볼 네크 부위의 손상 정도, 프리 에어 볼 형상, 및 고온 신뢰성 평가를 실시하였다.

<37> 먼저 저항은 접촉 저항에 의한 오차를 최소화하면서 4-프로브 방법(4-probe method)을 이용하여 측정하였다. 금 합금세선의 길이는 300mm로 하였고 1.0 그램의 인장 응력을 가한 상태에서 측정하였다. 측정한 저항에 금 합금세선의 단면적을 곱하고 길이로 나누어 비저항을 계산하였다.

<38> 금 합금세선으로 70 μ m 정도 높이의 루프를 형성하면서 와이어 본딩을 실시한 후 볼 네크 부위의 손상 방지 정도를 관찰하여 평가하였다. ◎는 손상 방지 정도가 매우 양호한 상태, ○는 양호한 상태, △는 보통 상태, ×는 열악한 상태를 표시한 것이다.

<39> 그리고, 금 합금세선으로 40 μ m 직경의 프리 에어 볼을 형성한 후 SEM(주사 전자현미경)으로 형상 관찰하였다. 볼 형상에서 ◎는 매우 양호한 상태, ○는 양호한 상태, △는 보통 상태, ×는 열악한 상태를 표시한 것이다. 볼 형상의 경우에는 볼 표면에 산화물이 형성되거나 볼 형상이 왜곡되었는지의 여부를 판단하였다.

<40> 고온 신뢰성 평가는 여러가지 신뢰성 평가 방법이 있지만, 업계에서 현재 가장 큰 이슈로서 대두되고 있는 HTST(High Temp. Storage Test)를 사용하여 평가하였다. U.S. military spec.인 150℃ - 1000 시간보다도 더 가혹한 조건인, 175℃ - 1000 시간의 조건에서 테스트하였다. 각 시편마다 일정한 시간의 경과 후, 본드 풀 테스트(bond pull test)를 실시하여, 기준치 이하일 경우를 불량(failure)이라 정의한 후, 각 시편별로 50개의 금 합금세선을 시험하여 데이터를 산출하였다.

<41> 불량(%)= (기준치 이하의 값을 갖는 금 합금세션 수) / (테스트를 실시한 금 합금 세션 수)

<42> 【표 2】

		비저항 (10 ⁻⁸ Ω m)	프리 에 어 불 형상	볼 네크 손상 방지	고온 신뢰성, HTST, 175℃ 시간 경과에 따른 본딩 불량률(%)					
					0시간	200시간	400시간	600시간	800시간	1000
실 험 예	1	2.30	◎	×	0	46	100	100	100	100
	2	2.32	○	○	0	0	0	16	24	50
	3	2.33	×	◎	0	0	0	0	4	10
	4	2.31	×	◎	0	0	0	0	0	2
	5	2.39	×	○	0	0	18	36	82	100
	6	2.33	◎	◎	0	0	0	0	0	4
	7	2.37	×	◎	0	4	28	66	100	100
	8	2.38	×	◎	0	12	32	80	100	100
	9	2.39	×	○	0	10	48	100	100	100
	10	2.35	×	◎	0	0	0	0	0	2
	11	2.37	△	◎	0	0	0	0	8	28
	12	2.37	△	◎	0	0	0	32	58	100
	13	2.34	△	◎	0	0	0	28	46	92
	14	2.37	△	○	0	0	0	12	38	76
	15	2.46	○	◎	0	0	0	0	0	0
비 교 예	16	2.38	△	◎	0	0	0	0	8	24
	17	2.53	○	◎	0	0	0	0	0	0
	18	2.32	◎	◎	0	0	0	0	0	2
	19	2.38	△	○	0	0	0	8	14	32
	20	2.52	△	○	0	0	0	4	20	52
	21	2.43	×	○	0	0	36	78	100	100
	22	2.70	×	×	0	0	12	56	98	100
	23	2.34	◎	◎	0	0	0	0	0	2
	24	2.36	◎	◎	0	0	0	0	0	0
	25	2.37	△	△	0	0	0	0	18	48
	26	2.37	○	◎	0	0	0	0	0	0
	27	2.52	◎	◎	0	0	0	0	0	4
	28	2.48	◎	◎	0	0	0	0	0	0
	29	2.37	◎	◎	0	0	0	0	0	0
	30	2.47	◎	◎	0	0	0	0	0	0
비 교 예	31	2.58	△	△	0	4	46	100	100	100
	32	2.54	△	△	0	0	0	24	76	100
	33	2.87	△	△	0	0	12	54	82	100
	34	2.95	△	×	0	0	0	24	48	100
	35	2.31	○	×	0	8	42	100	100	100

- <43> 표 1에서, 시편 번호 3은 B만 3 중량ppm 첨가된 경우로, 표 2를 참조하면 이 시편에서는 불 네크 손상 방지가 우수하지만 프리 에어 불 형상은 나쁘다. 또한, 표 1에서 시편 번호 5, 7 - 9, 11, 12, 19, 21, 22, 25는 Po, Pm, Tm, B 중에서 적어도 한가지 이상의 함유량이 30 중량ppm 이상 첨가된 경우이다. 표 2를 참조하면, 이들 시편에서는 프리 에어 불 형상이 대체로 나쁘고 고온 신뢰성도 그다지 좋지 않은 것을 알 수 있다. 따라서, Po, Pm, Tm, B 원소의 함유량은 3 - 30 중량ppm으로 하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다.
- <44> 표 1에서, 시편 번호 1은 Mg, Na, V, Mo, Tc 중에서 어떤 것도 첨가되지 않은 것으로, 표 2를 참조하면, 이 시편에서는 불 네크 손상 방지가 열악한 특성을 보인다. 또한, 표 1에서 시편 번호 2, 5, 9, 11, 13 - 15, 19 - 22, 25는 Mg, Na, V, Mo, Tc 중에서 적어도 한가지 이상의 함유량이 30 중량ppm 이상 첨가된 경우이다. 표 2를 참조하면, 이들 시편에서는 불 네크 손상 방지가 우수하더라도 고온 신뢰성이 저하되는 결과를 보인다. 따라서, Mg, Na, V, Mo, Tc 원소의 함유량은 3 - 30 중량ppm으로 하는 것이 바람직하다.
- <45> 표 1에서, 시편 번호 1 - 9, 11, 13, 18, 19, 21, 23, 25는 Pd를 아예 함유하지 않거나 100 중량ppm 이하로 함유하는 경우이다. 표 2를 참조하면, 이들 시편은 대체로 불 본당의 고온 신뢰성 효과가 미미한 것을 볼 수 있다. 단, 시편 번호 6, 18, 23은 예외이다. 1000 중량ppm 이상 첨가되는 전기 저항이 증가된다. 따라서, Pd의 바람직한 함유량은 100 - 1000 중량ppm임을 알 수 있다.
- <46> 표 1에서, 시편 번호 1 - 10, 14, 18, 19, 23, 27은 Ca를 아예 함유하지 않거나 30 중량ppm 이하로 함유하는 경우이다. 표 2를 참조하면, 이들 시편은 대체로 불 본당의

고온 신뢰성 효과가 미미한 것을 볼 수 있다. 단, 시편 번호 6, 18, 23, 27은 예외이다. 또한, 시편 번호 13과 21은 Ca를 80 중량ppm 이상 함유하는 경우인데, 표 2를 참조하면 이들 시편도 고온 신뢰성 효과가 미미한 것을 볼 수 있다. 따라서, Ca의 바람직한 함유량은 30 - 80 중량ppm이다.

<47> 표 1에서, 시편 번호 1 - 9, 10, 13, 17, 20, 24, 25는 La를 아예 함유하지 않거나 20 중량ppm 이하로 함유하는 경우이다. 표 2를 참조하면, 이들 시편은 대체로 불 본딩의 고온 신뢰성 효과가 미미한 것을 볼 수 있다. 단, 시편 번호 6, 17, 24는 예외이다. 또한, 시편 번호 11과 16은 La를 80 중량ppm 이상 함유하는 경우인데, 표 2를 참조하면 이들 시편의 프리 에어 불 형상이 보통이며 고온 신뢰성 효과가 미미한 것을 볼 수 있다. 따라서, La의 바람직한 함유량은 20 - 80 중량ppm이다.

<48> 종합해 볼 때, 시편 번호 3, 4, 6, 10, 16, 17, 18, 23, 24, 26 - 30의 경우가 Po, Pm, Tm, B 원소 중 적어도 하나를 3 - 30 중량ppm 함유하고, Mg, Na, V, Mo, Tc 원소 중 적어도 하나를 3 - 30 중량ppm 함유하는 것이다. 표 2를 참조하면 이들 시편의 특성은 전기 저항이 작고 불 네크 손상 방지도 우수하며 고온 신뢰성 또한 우수하다. 특히 시편 번호 6, 17, 24, 26 - 30의 경우에는 프리 에어 불 형상까지도 우수하여 여러 특성면에서 우수한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 본딩용 금 합금세션으로 사용하기에 적합한 것을 알 수 있다. 시편 번호 6의 경우에는 Pd, Ca, La 등을 전혀 포함하지 않은 것이고 17과 24는 Pd와 Ca의 동반 상승 효과를 가진 것이다. 26, 28 - 30은 Pd, Ca, La의 동반 상승 효과를 가진 것이다. 27은 Pd와 La의 동반 상승 효과를 가진 것이다.

<49> 이러한 본 발명의 실시예에 비하여, 종래기술에 해당하는 비교예는 Po, Pm, Tm, B 원소들이나 Mg, Na, V, Mo, Tc 원소들을 전혀 포함하지 않는다. 그 대신에 망간(Mn),

인듐(In), 은(Ag), 베릴륨(Be), 또는 구리(Cu)를 함유하는 예가 있다. 이들 시편 31 - 35의 특성은 표 2에 나타난 바와 같이, 볼 네크 손상 방지 특성이 대체로 열악하고 고온 신뢰성은 매우 나쁘다. 이러한 시편에서 볼 네크 부위에 손상(35)이 발생된 것은 도 3의 SEM사진을 보아도 알 수 있다.

<50> 그러나, 본 발명에 따른 본딩용 금 합금세션을 이용하는 경우에는 도 4에서와 같이 볼 네크 부위에 손상이 전혀 없어 도 5와 같은 초저루프도 형성할 수 있다.

【발명의 효과】

<51> 상기와 같이 본 발명에 의한 합금으로 제조된 본딩용 금 합금세션은 초저루프를 형성하는 경우에도 볼 네크 부위의 손상이 방지된다. 고온 신뢰성도 향상되기 때문에 반도체 패키지에 전기적 배선용으로 사용시, 공업적 산업적으로 우수한 이용효과를 기대할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

순도 99.999% 이상의 초고순도 순금(Au)에, 폴로늄(Po), 프로메튬(Pm), 불륨(Tm), 붕소(B) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유하고, 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 테크네튬(Tc) 중 적어도 한 원소를 3 - 30 중량ppm 함유하는 것으로 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 100 - 1000 중량ppm의 팔라듐(Pd)을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 30 - 80 중량ppm의 칼슘(Ca)을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 20 - 80 중량ppm의 란탄(La)을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 5】

제 2 항에 있어서, 30 - 80 중량ppm의 Ca를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 6】

제 2 항에 있어서, 20 - 80 중량ppm의 La를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 7】

제 3 항에 있어서, 20 - 80 중량ppm의 La를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 8】

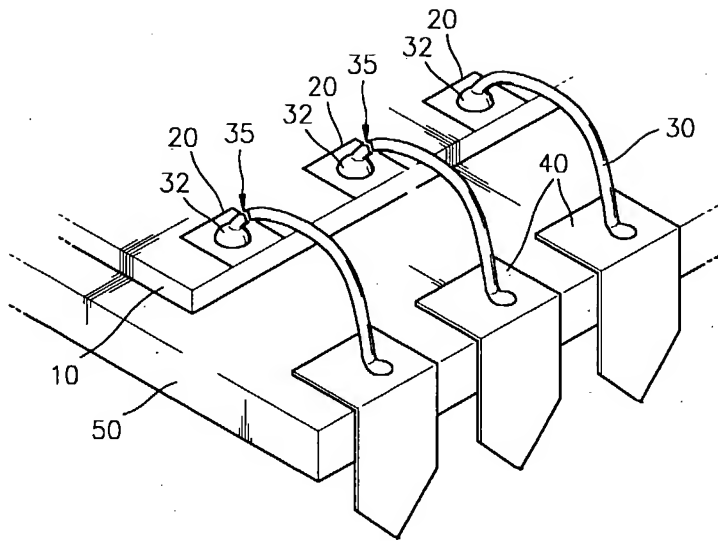
제 5 항에 있어서, 20 - 80 중량ppm의 La를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【청구항 9】

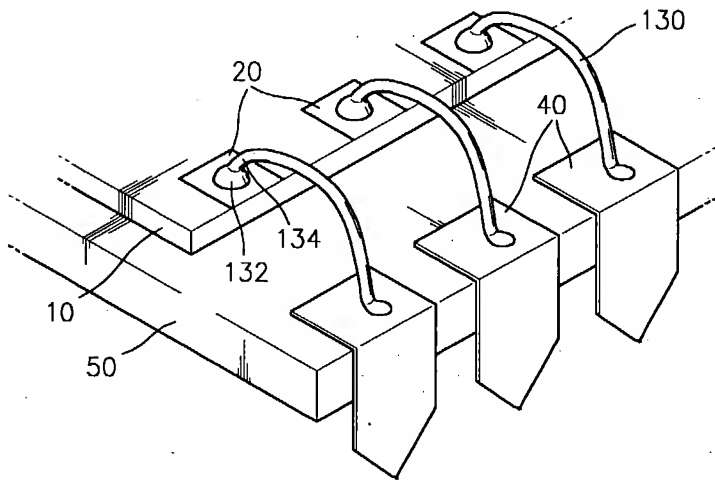
제 8 항에 있어서, 직경이 10 - 50 μ m인 것을 특징으로 하는 반도체 소자 본딩용 금 합금세션.

【도면】

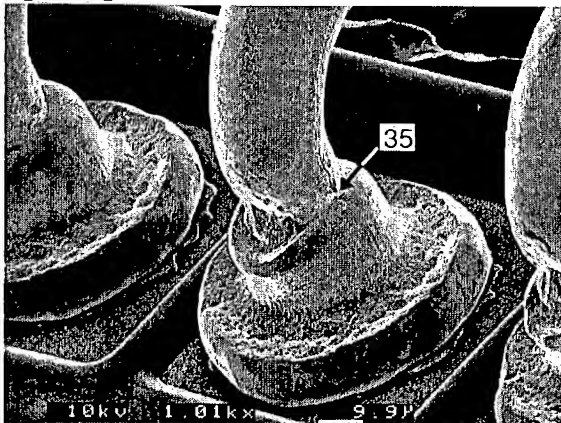
【도 1】



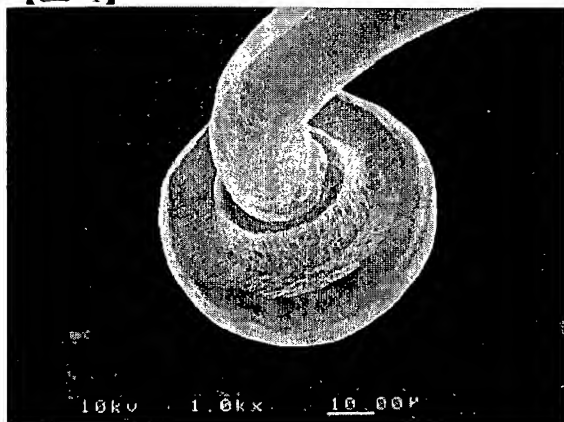
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

